

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 204 982
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 86106497.0

(51) Int. Cl.4: **F02M 59/46**, F02M 57/02,
F02M 55/00

(22) Anmeldetag: 13.05.86

(30) Priorität: 14.06.85 DE 3521428

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.12.86 Patentblatt 86/51

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 50
D-7000 Stuttgart 1(DE)

(72) Erfinder: **Egler, Walter, Dr. Dipl.-Ing.**
Thaerstrasse 36
D-7000 Stuttgart 31(DE)
Erfinder: **Leblanc, Jean**
25 rue Claude Farrère
F-69003 Lyon(FR)
Erfinder: **Pfeifle, Helmut, Dr. Dipl.-Phys.**
Sonnenbergstrasse 115
D-7000 Stuttgart 1(DE)
Erfinder: **Pigeroulet, Jean**
13 rue Pascal
F-69100 Villeurbanne(FR)
Erfinder: **Rossignol, François**
chemin de la Salette
F-69440 Mornant(FR)
Erfinder: **Trachte, Dietrich**
Rua Viscondessa de Campinas
BR-13100 Campinas(BR)

(54) **Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen.**

(57) Es wird eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung vorgeschlagen, bei der die Beendigung des wirksamen Pumpenförderhubs durch Aufsteuerung eines Entlastungskanals (36) mit Hilfe eines zum Beispiel in Form einer Steuerkante realisierten Ventils (35) erfolgt und der noch auf Hochdruck befindliche Kraftstoff, der über den Entlastungskanal abströmt in einen Druckraum (44) geleitet wird, der von einem Druckventilschließglied (21) mit dessen Rückseite begrenzt wird. Das Ventilschließglied (21) befindet sich in der Verbindung mit einer Kraftstoffeinspritzleitung (16), die vom Pumpenarbeitsraum zum Kraftstoffeinspritzventil führt, und wird von einer Ventillfeder (22) in Richtung Schließen dieser Einspritzleitung beaufschlagt. Der Kraftstoffstoß, der über den Entlastungskanal (36) in den Druckraum (44) gelangt, unterstützt ein schnelles Schließen des Druckventilschließglieds (21) am Spritzende, was zu einem -

schnellen und abrupten Schluß der Kraftstoffeinspritzphase führt. Zusätzlich oder alternativ kann auch das Kraftstoffeinspritzventilschließglied (26) durch den Kraftstoffabstoß beaufschlagt werden.

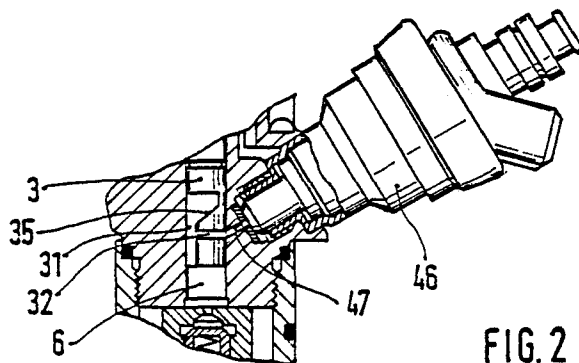


FIG. 2

EP 0 204 982 A2

Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach der Gattung des Anspruchs 1 aus. Bei einer solchen durch die AT-PS 312 368 bekannten Einspritzvorrichtung ist das Ventil als Schieberventil ausgebildet, wobei als bewegliches Ventilschließglied der Pumpenkolben dient, der mit einer schrägen Steuerkante auf seiner Mantelfläche den Austritt des Entlastungskanals an der Umfangswand des Pumpenzylinders ab einem durch die Drehstellung des Pumpenkolbens bestimmten Pumpenförderhub mit dem Pumpenarbeitsraum verbindet. Durch die Drehlage des Pumpenkolbens wird auf diese Weise die pro Pumpenhub unter Hochdruck zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge bestimmt. Solche Kraftstoffeinspritzvorrichtungen sind insbesondere auch, wie bei der oben genannten Druckschrift gezeigt, Einheiten von Kraftstoffeinspritzpumpe und Kraftstoffeinspritzventil mit sehr kurzer und formstabiler Druckleitung zwischen Pumpenarbeitsraum und Einspritzventilöffnung (Pumpedüse) und werden dazu verwendet, eine exakte Einspritzung auch bei sehr schnell drehenden und mit direkter Einspritzung in die Brennräume arbeitenden Brennkraftmaschinen zu erreichen. Hier ist es zur Erzielung einer guten Kraftstoffaufbereitung bei dem sehr kurzen zur Verfügung stehenden Zeitraum für Zündverzögerung und Verbrennung des eingebrachten Kraftstoffes notwendig, eine exakte und sehr schnelle Steuerung des Einspritzventilschließgliedes zu gewährleisten und dabei zur besseren Zerstäubung des eingebrachten Kraftstoffes auch mit erhöhtem Einspritzdruck zu arbeiten.

Bei der bekannten Kraftstoffeinspritzvorrichtung sind der Schließgeschwindigkeit des Ventilschließgliedes Grenzen gesetzt, die in dem dynamischen Verhalten des Druckkraftstoffes und in der Verwirklichbarkeit von großen Entlastungsquerschnitten zum schnellen Druckabbau bei Spritzende und großen Federschließkräften liegen. Dabei muß das Verschleißverhalten und zugleich auch wieder die Öffnungscharakteristik des Ventils berücksichtigt werden.

Bei der bekannten Lösung kann insbesondere nicht die gewünschte Kennlinie des Einspritzverlaufes zum Zeitpunkt des Spritzendes erzielt werden, mit der erreicht wird, daß im wesentlichen der gesamte zur Kraftstoffeinspritzung zugemessene Kraftstoff insbesondere in der Endphase der Einspritzung mit dem für eine gute Zerstäubung bzw. Aufbereitung notwendigen hohen Einspritzdruck zur Einspritzung gelangt. Schnelle Druckentlastungen, die zur Beendigung der Einspritzung führen sollen,

gehen einher mit der Bildung von Druckwellen hoher Amplitude, Kavitationsschäden sowie durch Druckwellenspitzen drücke hervorgerufene Nachspritzungen nach dem gewünschten Spritzende. Die Druckwellenspitzen drücke müssen in bekannter Weise durch entsprechend ausgestaltete Druckventile abgebaut werden, die jedoch über den gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine stark abweichende Verhaltensweisen haben.

Durch die DE-OS 2 301 419 ist es ferner bekannt, mit der eingangs schon genannten schrägen Steuerkante am Pumpenkolben zunächst einen Verbindungskanal zum Federraum des Einspritzventilschließgliedes aufzusteuern bevor die Verbindung zum Entlastungskanal durch die Steuerkante geöffnet wird. Zusätzlich ist aber, um ein Blockieren des Druckkolben im Hubabschnitt zwischen Aufsteuern der Verbindung und Aufsteuern des Entlastungskanals zu verhindern, ein Druckhalteventil notwendig, über das Kraftstoff mit nicht kontrollierbarer Menge abströmen kann. Mit dieser Anordnung soll ein schnelles Schließen des Ventilschließgliedes des Einspritzventils am Förderende erzielt werden. Die Ausgestaltung weist ferner eine gehäusemäßige Trennung zwischen Einspritzpumpe und Einspritzventil auf, die über Druckrohrleitungen miteinander verbunden sind. Im Moment des gewollten Spritzendes tritt noch keine wesentliche Entlastung des Pumpenarbeitsraumes auf, da die Entlastung nur über die Kompressibilität des Federraumvolumens, gegebenenfalls der Öffnungscharakteristik des Druckhalteventils gegeben ist. In Schließrichtung wirkt dann nur die Kraft der Einspritzventilfeder, weil das Ventilschließglied druckausgeglichen wird. Durch die zeitlich versetzte Entlastung des Pumpenarbeitsraumes über den Entlastungskanal muß auch bei dieser Lösung noch mit einem relativ langsamen, gegebenenfalls gestaffelten Schließen der Ventilonadel gerechnet werden.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß zugleich mit dem geometrischen Spritzende beim Öffnen des Entlastungskanals durch die Steuerkante am Pumpenkolben bzw. durch das Ventil auch das Druckventilschließglied in Schließrichtung, die Ventildfeder unterstützend, mit Druckkraftstoff beaufschlagt wird. Dies hat den Vorteil, daß an einer dem Pumpenarbeitsraum nahen Stelle die Kraftstoffzufuhr zur Kraftstoffeinspritzventilöffnung - schlagartig unterbrochen werden kann. Die Ausge-

gestaltung des Druckventilschließgliedes mit einer Druckschulter kann vorteilhaft einerseits in den Spritzpausen die zwischen Einspritzventilöffnungsstelle und Druckventil hin- und herlaufenden Druckwellen bzw. ihre Spitzenwerte in seiner Funktion als Gleichdruckventil abbauen und kann andererseits bei Spritzbeginn durch die schrittweise Beaufschlagung der Druckflächen und durch das Schluckvolumen des zylinderförmigen Körpers des Druckventilschließgliedes einen sanften ansteigenden, dem Zündverzug Rechnung tragenden Einspritzverlauf erzeugen. Das wirkt sich positiv auf die Geräuschemission des Verbrennungsvorganges aus.

Mit einer vorteilhaften Weiterbildung gemäß Anspruch 2 wird erreicht, daß die Absteuermenge, die über den Entlastungskanal fließt, auch in einen Speicher eingeleitet werden kann, dessen Aufnahme- rate durch Rückstellkräfte einerseits und hydraulische Kräfte andererseits dynamisch beeinflusst werden kann. Im Moment des Spritzendes wird der über den Entlastungskanal fließende Kraftstoff dynamisch voll im Sinne einer Schließkraftserhöhung am Druckventil wirksam. Die sich anschließende Kraftstoffförderung in den die Schließfeder des Druckventils aufnehmenden Raum wird unter Vermeidung einer zu hohen Druckbeanspruchung des Druckventils vom Speicherraum mit aufgenommen. Dieser bietet zusätzlich noch die Möglichkeit, in bekannter Weise im Zusammenwirken mit einem insbesondere als Magnetventil ausgebildeten Kraftstoffzumeßventils und der Drehsteuerung des Pumpenkolbens sowohl Spritzbeginn als auch Kraftstoffmenge zu steuern, wobei die Steuerkante am Pumpenkolben das Spritzende und die Füllung des Pumpenarbeitsraumes über das Magnetventil den Spritzbeginn und die Einspritzmenge steuern.

Die Ausgestaltung gemäß Anspruch 2 bietet zusammen mit einer vorteilhaften, sehr genau und - schnell arbeitenden Kraftstoffmengen- und -spritzzeitpunktsteuerung den Vorteil, ein schnelles, abruptes Spritzende zusammen mit einem den Forderungen für Leiselauf und Wirtschaftlichkeit angepaßten Spritzverlauf bei Spritzbeginn zu verwirklichen. Das macht die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung besonders geeignet für - schnell laufende, mit direkter Einspritzung und hohen Zerstäubungsdrücken arbeitende Brennkraftmaschinen.

Eine andere sehr vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht in der Ausgestaltung nach Anspruch 3, bei der unmittelbar mit dem Öffnen des Entlastungskanals ohne Verzögerung das Ventilschließglied des Kraftstoffeinspritzventils mit dem im Pumpenarbeitsraum noch unter Einspritzdruck stehendem Kraftstoff beaufschlagt wird. Zugleich wird die Einspritzleitung entlastet.

In vorteilhafter Weise wird die Maßnahme am Gegenstand von Anspruch 3 mit der Maßnahme gemäß Anspruch 4 kombiniert, was das Schließverhalten noch weiter verbessert. Hierbei wird vor allem die schädliche Wirkung von Schwingungszuständen in der Verbindung zwischen Pumpenarbeitsraum und Einspritzventilöffnung ausgeschaltet. Eine Überlastung des Druckraumes kann dabei gemäß Anspruch 5 vermieden werden.

Mit der Ausgestaltung nach Anspruch 6 ergeben sich bei unmittelbarer Entlastung in dem Druckraum ebenfalls die zu Anspruch 2 genannten Vorteile. Es wird bei Spritzbeginn das vom Ventilschließglied des Einspritzventils und vom Druckventilschließglied verdrängte Volumen vom Speicherraum aufgenommen, der diese Kraftstoffmenge dem Pumpenarbeitsraum wieder zuführt. Dies erhöht wiederum die Einspritzgenauigkeit. Alle Leckverluste, wie zum Beispiel die der Einspritzventilschließgliedführung, werden dem Pumpenarbeitsraum wieder zugeführt, so daß man eine bessere Annäherung an die theoretische horizontale Mengenkennlinie über den Betriebsbereich der Brennkraftmaschine erhalten kann.

Ferner kann die Einspritzrate dadurch beeinflusst werden, daß die Öffnungsbewegung des Druckventilschließgliedes und des Einspritzventilschließgliedes durch den vom Speicher gehaltenen Druck auf deren Rückseite kontrolliert wird.

Gemäß Anspruch 7 wird vorteilhaft das den Druckraum und den vom Druckventilschließglied eingeschlossenen Raum umfassende Volumen vom Pumpenarbeitsraum, insbesondere in der Zumeßphase und der Förderphase abgekoppelt, so daß dieses Volumen nicht als schädlicher Raum wirken kann. Auch kann dieses Volumen unter gleichbleibend hohem Druck gehalten werden, ohne daß es zu Hohlraumbildung - beim Saughub des Pumpenkolbens - oder Kavitation kommt.

Die Weiterbildung im Anspruch 9 bietet eine vorteilhafte, sehr kostengünstig zu verwirklichende Lösung, die gemäß Anspruch 10 bis 12 noch in ihrer Wirkung verbessert wird. Insbesondere durch die Ausgestaltung nach Anspruch 10 kann zur Konstanthaltung des Drucks hinter dem Druckventilschließglied bzw. dem Einspritzventilschließglied das von diesen Gliedern verdrängte Volumen bei Spritzbeginn dem Speicher zugeführt werden, der beim Saughub die Verbindung schließt.

Eine Druckübersetzung erhält man vorteilhaft gemäß Anspruch 13, die gemäß den Ansprüchen 14 bis 16 weitergebildet werden kann.

Mit der Ausgestaltung nach Anspruch 19 läßt sich ein schnelles Schließen des Einspritzventilschließgliedes unter Zuhilfenahme des Absteuerstoßes, der in Schließrichtung des Einspritzventilschließgliedes wirkt, auch bei einer Kraftstoffvorrichtung verwirklichen, bei der mit Hilfe

eines elektrisch gesteuerten, in einer Füll- und Entlastungsleitung des Pumpenarbeitsraumes angeordneten Ventils der wirksame Förderhub des Pumpenkolbens und zugleich der Spritzbeginn bestimmt wird.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel mit den erfindungswesentlichen Teilen einer Pumpedüse im Schnitt, Figur 2 ein zweiter im Drehwinkel versetzter Schnitt durch eine solche Pumpedüse, Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung als Schemabild mit Ausführungsvarianten, Figur 4 ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Pumpedüse gleicherart wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 mit einem Überströmspeicher, der zugleich als Kolben zur Druckbeaufschlagung des Federraums des Einspritzdüsentils dient, Figur 5 ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem in Abwandlung zum Ausführungsbeispiel nach Figur 4 der Speicherkolben einen kleineren Kolben bewegt, der Kraftstoff in Laufe der Ausweichbewegung des Speicherkolbens zum Ventilschließglied des Einspritzventils fördert, Figur 6 ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer besonderen Form der Druckbeaufschlagung des Ventilschließglieds des Einspritzventils, Figur 7 ein sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Speicherkolben, der unterteilte Druckstufenflächen aufweist, Figur 8 ein siebtes Ausführungsbeispiel der Erfindung in der Anwendung bei einer Pumpedüse, deren Druckphase durch ein Magnetventil gesteuert wird und Figur 9 einen Ausschnitt aus einer Pumpedüse mit einer Ausführungsvariante gemäß Figur 8.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt als Kraftstoffeinspritzvorrichtung eine Pumpedüse im Teilschnitt, wobei die nicht erfindungswesentlichen Teile weggelassen wurden. Dabei ist in einem Pumpengehäuse 1 ein Pumpenzylinder 2 vorgesehen, in dem ein Pumpenkolben 3 in hier nicht näher dargestellter Weise von einem Antriebsnocken in eine hin- und hergehende, pumpende Bewegung versetzt wird. Der Pumpenkolben schließt mit seiner Stirnseite 5 in dem stirnseitig geschlossenen Pumpenzylinder 2 einen Pumpenarbeitsraum 6 ein. Der stirnseitige Verschluss des Pumpenzylinders 2 erfolgt über ein Zwischenstück 8, dem sich coaxial ein Kraftstoffeinspritzventil 9 anschließt, das durch eine an einer Schulter 10 des Kraftstoffeinspritzventils angreifende Haltermutter 11

unter Bildung der Gehäuseeinheit der Pumpedüse dicht gegen das Zwischenstück 8 gepreßt wird. Die Haltermutter ist dabei mit dem Pumpengehäuse 1 verschraubt und bildet in ihrem Innern zusammen mit der Mantelfläche des Zwischenstückes 8 einen Niederdruckraum 14, der mit der Kraftstoffversorgungsquelle 94 verbunden ist, die hier einen Kraftstoffvorratsbehälter 91 aufweist, aus dem eine Kraftstoffförderpumpe 90 Kraftstoff ansaugt, zu der parallel auch ein Drucksteuerventil 92 geschaltet sein kann.

Von der Stirnseite 15 des Pumpenzylinders 2 führt eine Einspritzleitung 16 ab, deren Durchtrittsquerschnitt unmittelbar angrenzend an den Pumpenarbeitsraum von einem kegelförmig ausgebildeten Ventilsitz 17 eines Druckventils 19 begrenzt wird, wobei die Einspritzleitung anschließend an diesen Ventilsitz in einen ringförmigen Raum 18 mündet, von dem aus sie in ihrem weiteren Verlauf im Zwischenstück 8 in bekannter Weise zum Einspritzventil 9 führt.

Der Austritt der Einspritzleitung aus dem Pumpenarbeitsraum sowie der kegelförmige Ventilsitz liegen coaxial zur Achse des Pumpenkolbens. Coaxial schließt sich weiterhin an den Raum 18 ein Führungszylinder 20 an mit einem Durchmesser, der größer ist als der äußerste Durchmesser des kegelförmigen Ventilsitzes 17. In dem Führungszylinder ist ein Druckventilschließglied 21 des Druckventils 19 dicht verschiebbar, das auf seiner Rückseite von einer Ventilsfeder 22 belastet wird, die sich an der Stirnseite des Führungszylinders abstützt. Das zylinderförmige Druckventilschließglied 21 ragt in den Raum 18 und verjüngt sich dort unter Bildung einer Druckschulter 23 zu einem Zapfen 24, der eine kegelförmige mit dem Ventilsitz 17 korrespondierende Dichtfläche trägt. Durch die Ventilsfeder wird das Druckventilschließglied auf dem kegelförmigen Sitz 17 gehalten und verschließt dabei die Verbindung der Einspritzleitung zwischen Pumpenarbeitsraum 6 und Einspritzventil 9.

Das Einspritzventil weist zum Beispiel in bekannter Weise eine nach innen öffnende Ventilnadel auf, die eine Druckschulter 57 aufweist, auf die über die Einspritzleitung 16 der auf Hochdruck gebrachte Kraftstoff geleitet wird, durch den die Ventilnadel in Öffnungsrichtung betätigbar ist. In Schließrichtung wirkt auf die Ventilnadel über einen am Ende der Ventilnadel befindlichen Federteller 26 die Kraft einer vorgespannten Ventilschließfeder 27, die in einem Federraum 28 des Einspritzventils angeordnet ist und sich an ihrem entgegengesetzten Ende über einen Federteller 29 am stirnseitigen Ende des Federraumes 28 abstützt. Der zylindrisch ausgebildete Federraum liegt ebenfalls wie auch die Achse der Ventilnadel des Einspritzventils coaxial zur Achse des Pumpenkolbens 3.

Der Pumpenkolben 3 hat in seiner Mantelfläche eine Längsnut 31, die den Pumpenarbeitsraum mit einer Ringnut oder Teilringnut 32 verbindet. Weiterhin verbindet die Längsnut 31 den Pumpenarbeitsraum mit einer Ausnehmung 33 in der Mantelfläche des Pumpenkolbens, die auf der dem Pumpenarbeitsraum abgewandten Seite eine rechtwinklig zur Pumpenkolbenachse aus gebildete Begrenzungskante aufweist und zum Pumpenarbeitsraum hin eine schräg verlaufende, als Steuerkante ausgebildete Begrenzungskante 35 aufweist. In der gezeigten Endstellung des Pumpenkolbens am Ende des Saughubes (UT) steht die Teilringnut 32 mit der Öffnung eines Entlastungskanals 36 in Verbindung, der vom Pumpenzylinder 2 in einen Speicherraum 38 führt. Dieser wird von einem Zylinder 39 gebildet, in dem ein eine bewegliche Wand bildender Kolben 40 dicht verschiebbar angeordnet ist, auf dessen Rückseite sich eine Druckfeder 42 abstützt, die andererseits an einem den Zylinder 39 verschließenden Verschlussstopfen 43 anliegt. Vom Speicherraum führt der Entlastungskanal 36 weiter durch das Pumpengehäuse 1, das Zwischenstück 8 bis in den von der Rückseite des Ventilschließgliedes 21 im Führungszyylinder 20 eingeschlossenen Raum 44. In diesem Raum ist auch die Ventildfeder 22 angeordnet.

Der Figur 2, die einen in der Drehlage versetzten Schnitt durch das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 zeigt, ist ein Magnetventil 46 dargestellt, das mit seinem hier nicht weiter dargestellten Schließglied die Verbindung einer Kraftstoffversorgungsleitung 47 zur Kraftstoffversorgungsquelle 94 steuert. Die Kraftstoffversorgungsleitung 47 mündet in den Zylinder 2 in dem Bereich der Teilringnut 32, wenn sich der Pumpenkolben 3 am Ende seines Saughubes in der gezeigten unteren Totpunktlage UT befindet.

Im Betrieb wird bei der in Figur 1 gezeigten Pumpedüse der Pumpenkolben 3 in eine hin- und hergehende Pumpbewegung versetzt. In der gezeigten Ausgangslage im unteren Totpunkt hat der Kolben 40, der den Speicherraum 38 begrenzt, den Inhalt desselben in den Pumpenarbeitsraum 6 eingebracht. Zusätzlich ist über das Magnetventil eine bestimmte Kraftstoffmenge in den Pumpenarbeitsraum 6 zugemessen worden. Beim sich anschließenden Förderhub des Pumpenkolbens wird der Entlastungskanal 36 durch die Mantelfläche des Pumpenkolbens verschlossen und bleibt es solange, bis er wieder durch die schräge Steuerkante 35 geöffnet wird. In dem dazwischen liegenden Hub fördert der Pumpenkolben den verdrängten Kraftstoff unter Hochdruck in die Einspritzleitung 16, wobei das Druckventilschließglied 21 von seinem Sitz abgehoben wird. Der an der Ventildfeder angreifende Einspritzdruck öffnet das Kraftstoffeinspritzventil. In dem Moment, wo der

Entlastungskanal 36 durch die Steuerkante 35 geöffnet wird, strömt der Kraftstoff unter gleichzeitiger Expansion in den Speicherraum 38. Der sich dort einstellende Druck wird durch die Druckfeder 42 bestimmt. Über den Entlastungskanal 36 wird zudem der Kraftstoff in den Raum 44 gefördert. Der hierhin gelangte Kraftstoff steht noch unter einem sehr hohen Druckniveau, was bewirkt, daß die in Schließrichtung des Druckventilschließgliedes 21 wirkenden Kräfte erheblich zunehmen und dieses in Schließstellung bringen. In dem Moment ist die Kraftstoffförderung aus dem Pumpenarbeitsraum 6 in die Einspritzleitung 16 bzw. zur Öffnung des Einspritzventils unterbrochen. Die mit dem Verschließen des Einspritzventils in dem Bereich zwischen Ventilsitz 17 und Einspritzventilnadel danach hin- und herlaufenden Druckwellen können ihre Spitzen dadurch abbauen, daß das Druckventilschließglied auf seiner Druckschulter 23 belastet wieder öffnet und die Einspritzleitung 16 zum Pumpenarbeitsraum 6 hin entlastet, der nunmehr auf geringerem Druckniveau steht. Dieses Druckniveau wird durch die den Kolben 40 beaufschlagende Federkraft bestimmt und ist merklich niedriger als der Einspritzdruck, aber höher als der Druck der Kraftstoffversorgungsquelle. Der Schließvorgang des Druckventilschließgliedes 21 wird dadurch begünstigt, daß im ersten Moment des Ansteuerns ein Absteuerstoß des auf Hochdruck von über 1000 bar komprimierten Kraftstoffes in den Raum 44 gelangt. Der Kolben 40, von einer höheren Rückstellkraft belastet, weist zusammen mit der Feder 42 ein genügend großes Trägheitsverhalten auf, so daß der Absteuerstoß im wesentlichen am Druckventilschließglied 21 wirksam wird.

Bis zum Ende der Förderhubbewegung des Pumpenkolbens wird der nach Überfahren der Entlastungskanalöffnung weiterhin verdrängte Kraftstoff in den Speicherraum 38 gefördert. Beim anschließenden Saughub wird zunächst ein Teil dieses verdrängten restlichen Kraftstoffes so lange sich die Mündung des Entlastungskanals im Bereich der Ausnehmung 33 befindet wieder zurück in den Pumpenarbeitsraum gefördert, wogegen der Rest des gespeicherten Kraftstoffes bei UT über die Teilringnut 32 in den Pumpenarbeitsraum gefördert wird. Im Zeitpunkt, wo diese letztgenannte Verbindung hergestellt wird, ist das Druckniveau im Pumpenarbeitsraum erheblich abgesenkt, was das Überschieben des Kraftstoffes aus dem Speicherraum 38 begünstigt. Die Menge des auf diese Art und Weise in den Pumpenarbeitsraum eingebrachten Kraftstoffes wird bestimmt durch die Drehlage des Pumpenkolbens bzw. durch den Hub, ab dem der Entlastungskanal durch die schräg verlaufende Steuerkante aufgesteuert wird. Anschließend oder zugleich wird über das Magnetventil die für den nächsten Kraftstoffeins-

pritzvorgang vorgesehene Kraftstoffmenge zugemessen. Zusammen mit der zuvor bereits im Pumpenarbeitsraum befindlichen Kraftstoffmenge ergibt sich dann der Punkt des Spritzbeginns, bei dem der Druck im Pumpenarbeitsraum so weit erhöht ist, daß der Öffnungsdruck des Einspritzventils erreicht ist. Bei dieser Art von Pumpedüse bestimmt also die Drehlage des Pumpenkolbens das Spritzende und zugleich auch den Spritzbeginn bei konstanter Kraftstoffzumeßmenge über das Magnetventil. Mit Hilfe des Magnetventils werden die pro Pumpenhub zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge bestimmt und zugleich der Spritzbeginn beeinflusst.

Durch das Einleiten der Kraftstoffabstemmenge am Ende des wirksamen Förderhubs des Pumpenkolbens in den Raum 44 erhält man eine äußerst schnelle Unterbrechung der Kraftstoffeinspritzung am gewünschten Spritzende. Dies insbesondere im Sinne eines steilen Abfalls der Einspritzrate am Spritzende, so daß bis zum Spritzende höchster Kraftstoffeinspritzdruck zur Verfügung steht und eine sehr genaue Steuerzeit erzielt werden kann. Beim Spritzbeginn dagegen muß zur Aufnahme der Kraftstoffeinspritzung das Druckventilschließglied 21 aus seiner Schließlage gebracht werden. Dabei wirkt zunächst eine kleine Druckfläche auf das Ventilschließglied in der Größe des pumpenarbeitsraumseitigen Durchtrittsquerschnitts der Einspritzleitung. Nach Abheben des Ventilschließgliedes vom Ventilsitz 17 wirkt dagegen der Kraftstoffdruck auf den gesamten Querschnitt, was zu einem merklich schnelleren Ausweichen des Druckventilschließgliedes 21 führt. Dieses stellt somit ein Schluckvolumen zur Verfügung, das zunächst den weiteren Kraftstoffdruckanstieg verlangsamt, was zugleich mit einer kleineren Einspritzrate verbunden ist. Dies ist aber ganz im Sinne einer zunächst verzögerten Einbringung von Kraftstoff in den Brennraum, da zu Spritzbeginn mit einer Zündverzugszeit zu rechnen ist. Es wird somit vermieden, daß nach Ende dieser Verzugszeit eine zu große Kraftstoffmenge schlagartig zur Entflammung kommt und dabei ein unerwünschtes Verbrennungsgeräusch erzeugt (Klopfen, Nageln). Der Ausweichhub des Druckventilschließgliedes 21 ist durch seinen Anschlag 49 am Ende des Führungszylinders 20 bestimmt. Der Hub des Druckventilschließgliedes ist den zu erreichenden Wirkungen angepaßt. Das beim Öffnungsvorgang vom Druckventilschließglied verdrängte Kraftstoffvolumen wird in den Speicherraum 38 zurückgeführt. Die Charakteristik des Speichers bestimmt dabei dann zusätzlich die Ausweichgeschwindigkeit des Druckventilschließgliedes, da dieses bei seinem Ausweichvorgang Kraftstoff auf seiner Rückseite komprimiert. Der sich einstellende Druck wird durch den Kolben 40 des Speichers

bestimmt. Man hat auch hiermit Eingriffsmöglichkeit in den Einspritzverlauf bei Spritzbeginn. Das dynamische Verhalten des Kolbens 40 kann weiterhin dadurch gesteuert werden, indem die Rückseite des Kolbens 40 mit Kraftstoffdruck beaufschlagt ist. Insbesondere ist es vorteilhaft, über eine Drosselverbindung 50 den die Druckfeder 42 aufnehmenden Raum 51 auf der Rückseite des Kolbens 40 mit der Niederdruckseite der Kraftstoffversorgung zu verbinden. Dabei kann zum Beispiel der Raum 51 auch mit dem Niederdruckraum 14 verbunden sein, der zum Kraftstoffvorratsbehälter oder zur Saugseite der Kraftstoffförderpumpe entlastet ist, oder auch mit einer Druckquelle gesteuertem Druckniveaus.

In Figur 3 sind weitere Ausführungsformen und Weiterbildungen des Ausführungsbeispiels nach Figur 1 und 2 dargestellt, und zwar in schematischer Anordnung. Gleiche Teile sind hier mit denselben Positionszahlen bezeichnet. Im wesentlichen Unterschied zum Ausführungsbeispiel von Figur 1 ist hier der vom Druckventilschließglied 21 eingeschlossene Raum 44 über eine Druckleitung 53 mit dem Federraum 28 verbunden. Zur Dosierung der Ankoppelung des Federraums 28 kann weiterhin auch eine Drossel 54 in der Druckleitung 53 angeordnet sein. Wie beim ersten Ausführungsbeispiel mündet der Entlastungskanal 36 in den Raum 44. Der Absteuerstoß nach Öffnen des Entlastungskanals durch den Pumpenkolben gelangt somit sowohl in den Raum 44 als auch in den Federraum 28, wodurch zugleich mit dem vorzeitig schnellen Schließen des Druckventils 19 auch eine Erhöhung der Schließkraft am Einspritzventilschließglied 55 erzeugt wird, da der im Federraum 28 herrschende Druck dann gegebenenfalls unter Zwischenschaltung des Federtellers 26 auf die Stirnseite des Einspritzventilschließgliedes wirkt. Die erhöhte Schließkraft bewirkt ein sehr schnelles Schließen der Einspritzöffnung 56. Die weiteren zum Ausführungsbeispiel nach Figur 1 und 2 geschilderten Funktionen und Vorteile sind auch bei dieser Ausführung gegeben.

Statt der direkten Einleitung des Entlastungskanals in den Raum 44 kann, wie in Figur 3 gestrichelt wiedergegeben, der Entlastungskanal auch in den Federraum 28 oder in die Druckleitung 53 münden. Der Federraum kann dabei vorteilhaft auch über eine dem Zuströmquerschnitt gegenüber gedrosselte Verbindung 59 mit der Niederdruckseite oder dem Niederdruckraum 14 verbunden sein, wodurch ein Spüleffekt erzielt wird. Gegebenenfalls kann bei letztgenannter Version noch eine zusätzliche Drossel 58 in der Leitung 53 angeordnet sein, die zusammen mit der Drossel 54 die dynamische Auswirkung des Absteuerstoßes im Federraum 28 und im Raum 44 beeinflusst.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 handelt es sich um eine Ausführungsform, die ebenfalls an einer Pumpedüse wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 verwirklicht ist. Hier sind im wesentlichen gleiche Teile vorhanden, nur endet der Entlastungskanal 36 zunächst im Speicherraum 38. Auf der Rückseite des Speicherkolbens 40 ist wiederum der Raum 51 eingeschlossen, der nun aber über eine als Weiterführung des Entlastungskanals 36 dort abzweigende Druckleitung 36a in den Federraum 28 des Kraftstoffeinspritzventils führt. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird lediglich das Einspritzventilschließglied 55 durch den Absteuerstoß in Schließrichtung beaufschlagt, das Druckventil 19 hingegen arbeitet in üblicher Weise.

Mit dieser Einrichtung wird speziell eine Schließdruckerhöhung bei Spritzende erreicht, wobei im Sinne einer genauen Zumessung eine hydraulische Trennung zwischen Entlastungskanal 36 und weiterführendem Entlastungskanal 36a bzw. Federraum 28 vorliegt. Damit gelangt der Absteuerstoß zwar ebenfalls in den Federraum, nur ist dieser als schädliches Volumen während der Rücksaugphase von Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum beim Saughub des Pumpenkolbens abgekoppelt. Die hydraulischen Räume, die den Raum 51 und den Raum 28 umfassen, sind zum Zeitpunkt, bei dem der Entlastungskanal 36 aufgesteuert wird, druckausgeglichen, wozu eine Drosselverbindung 50 zu einem Niederdruckraum entsprechend Ausgestaltung nach Figur 1 verwendet werden kann. Man erhält mit dieser Lösung ebenfalls ein schnelles Schließen des Einspritzventils am Förderende und dadurch einen guten Einspritzverlauf mit hohem Einspritzdruck über der Förderzeit und insbesondere einer hohen Einspritzrate am Spritzende. Die starke Belastung des Einspritzventilschließglieds in Richtung Schließen gewährleistet ferner, daß auch kein Nachspritzen aufgrund von reflektierenden Druckwellen in der Einspritzleitung 16 auftritt. Ein Abbauen dieser Druckwellen begünstigt ferner wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 das Druckventilschließglied 21. Wegen der Druckfortpflanzung über den Kolben 40 im Zeitpunkt des Absteuerens über den Entlastungskanal 36 tritt auch kein Überspringen des Kolbens auf, was sonst bei voll entlastetem Kolben der Fall wäre. Das bringt eine Senkung der Beanspruchung der Druckfeder 42 des Speichers mit sich. Zugleich wird das Auftreten von Kavitation in den vom Kolben 40 begrenzten Druckräumen vermieden.

Die in Ausführungsbeispiel Figur 4 gezeigte Volumenabkopplung über den Kolben 40 läßt sich natürlich auch auf die in Figur 1 und 3 gezeigten Ausführungen mit Druckbeaufschlagung von Federraum und dem vom Ventilschließglied einge-

schlossenen Raum 44 übertragen. Es ergeben sich hiermit auch die entsprechenden, dort beschriebenen Vorteile in Verbindung mit der Abkopplung des schädlichen Volumens hinter dem Kolben 40.

Eine Weiterbildung der Ausgestaltung nach Figur 4 zeigt der Kolben 40' in der Ausgestaltung nach Figur 5. Der Kolben 40' ist ebenfalls dicht in dem Zylinder 39 verschiebbar und schließt mit seiner einen Stirnseite in diesem Zylinder den Speicherraum 38 ein, der über den Entlastungskanal 36 mit dem Pumpenzylinder 2 in Verbindung steht. Die Rückseite des Speicherkolbens 40' ist ebenfalls durch die Druckfeder 42 beaufschlagt, die sich an der Stirnseite des den Zylinder 39 verschließenden Verschlußstückes 43' abstützt. Der Speicherkolben 40' ist topfförmig ausgebildet und weist auf seiner von der Feder 42 beaufschlagten Rückseite einen sich coaxial zur Speicherkolbenachse erstreckenden Kolben 64 auf, der von der Druckfeder 42 umgeben ist, und mit einem Arbeitszylinder 65, der im Verschlußstück 43' angeordnet ist, zusammenarbeitet und dort einen Arbeitsraum 68 einschließt. In der gezeigten Ruhestellung des Speicherkolbens 40' befindet sich der Kolben 64 außerhalb des Arbeitszylinders 65. Dadurch kann der angeschlossene Druckraum beim Öffnungshub des Einspritzventilschließglieds entlastet werden, ohne daß sich ein den Öffnungshub behindernder Druck im Druckraum aufbaut. Bei Auslenkung verdrängt der Kolben 64 den in dem Arbeitszylinder 65 enthaltenen Kraftstoff. Dieser kann über einen weiterführenden Entlastungskanal 36a zu den Druckräumen, dem Federraum 28 und/oder dem Raum 44 von Figur 1 bzw. 3 oder 4 führen. Der von der Rückseite des Speicherkolbens 40' eingeschlossene Raum 51 ist über eine Leitung 66 mit einer Kraftstoffquelle niedrigen Drucks verbunden, in ähnlicher Weise wie bereits zu Figur 1 beschrieben. Der vom Kolben 64 eingeschlossene Arbeitsraum 68 kann ferner über eine Drossel 67 mit ebenfalls dem Niederdruckraum bzw. Raum 51 verbunden sein. Die Drossel kann dabei wie in der Figur 6 gezeigt entweder in einer Verbindungsleitung zwischen dem weiterführenden Entlastungskanal 36a und der Leitung 66 liegen oder es kann der Kolben 64 gegenüber dem Zylinderdurchmesser des Arbeitszylinders 65 einen Drosselspalt haben. Dieser kann durch eine entsprechende Ausnehmung, Anschliff oder Bohrung auch gesondert hergestellt werden.

Mit dieser Ausgestaltung wird ein Stufenkolben verwirklicht, der eine Druckübersetzung erlaubt derart, daß in dem Arbeitsraum 68 ein höherer Druck erzeugt wird als in dem Speicherraum 38.

Die Ausgestaltung kann somit dazu dienen, den Druck im Federraum 28 bzw. im Raum 44 noch stärker zu erhöhen, wobei sich zusätzlich der Vorteil der hydraulischen Trennung ergibt.

Figur 6 zeigt eine Ausführungsvariante, bei der mit möglichst geringem Druckvolumen eine hohe zusätzliche Schließkraft auf das Ventilschließglied des Kraftstoffeinspritzventils mit Hilfe des Absteuerstoßes erzeugt werden kann. Der Entlastungskanal 36 bzw. der weiterführende Entlastungskanal 36a, 36a', 36a'' mündet dabei in einen Druckraum 69, der von einem Endteil 74 eines stempelartig ausgeführten Verlängerungsteils 70 des Einspritzventilschließgliedes 55 bzw. des Ventiltellers 26 in einem Zylinder 71 eingeschlossen wird. Der den Stempel 70 umgebende Federraum 28' ist dabei über eine Leckleitung 72 druckentlastet. Zwischen dem Druckraum 69 und dem Federraum 28' besteht ferner eine Drosselverbindung 73', die auch dadurch verwirklicht werden kann, daß der Stempelteil 74 mit Spiel im Zylinder 71 geführt wird oder mit diesem einen durch Abtragung erzeugten Spalt bildet. Die Drosselverbindung verhindert, daß der Druck im Druckraum 69 auf zu große Werte ansteigen kann. Ferner vermeidet diese auch eine zu starke Behinderung der Ventilschließbewegung, wenn diese Ausgestaltung mit der Ausführungsform gemäß Fig. 4 kombiniert wird. Bei einer Kombination mit der Ausgestaltung nach Figur 5 ist dagegen bereits die Drossel 67 vorgesehen, durch die der soeben beschriebene Zweck bereits erreicht wird. Mit dieser Ausgestaltung kann eine hohe zusätzliche Schließkraft auf das Ventilschließglied des Einspritzventils am Ende des Spritzvorganges aufgebracht werden, ohne daß dabei die Eigenelastizität des hydraulischen Raumes, zum Beispiel der Federkammer 28 ein Teil der Energie des Absteuerstoßes unwirksam macht.

Bei der unmittelbaren Einleitung des Absteuerstoßes in den Federraum 28 beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 oder den Raum 44 beim Ausführungsbeispiel nach Figur 3 hatte sich der Vorteil ergeben, daß das Öffnungsverhalten des Schließgliedes 21 bzw. des Ventilschließgliedes 55 des Einspritzventils auch von der Arbeitscharakteristik des Speicherkolbens 40 beeinflussbar war. Dies war mit dem Nachteil verbunden, daß auch bei ganz entleertem Speicherraum 38 der Pumpenzylinder 2 mit dem gesamten Volumen des Federraumes 28 und/oder des Raumes 44 verbindbar war. Dieses Volumen wurde als schädliches Totvolumen angesehen. Bei den Ausgestaltungen nach Figur 4 und 5 wurde erreicht, daß dieses Volumen vom Pumpenzylinder abgekoppelt ist. Diese Ausgestaltungen haben jedoch keine Lösung geboten, den erstgenannten Vorteil, der gezielten, auch dynamisch wirksamen Druckbeeinflussung zu verwirklichen.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 7 ist nun der Speicherkolben 40'' so ausgebildet, daß er zum Speicherraum 38' hin eine kegelstumpfförmige Stirnseite 75 aufweist. Die Mantelflächen 76 dieser kegelstumpfförmigen Stirnseite 75 sind dabei als Dichtflächen ausgeführt, die mit einem ringförmigen, in den Speicherraum 38' ragenden Steg 77 als Ventilsitz zusammenarbeiten. Der Steg 77 ist als Einsatz in den den Kolben 40'' führenden Zylinder ausgebildet, der dicht mit der Zylinderwand abschließt und bei anliegendem Speicherkolben 40'' den Speicherraum 38' in einen ersten Teilspeicherraum 78 und einen zweiten Teilspeicherraum 79 teilt. Der zweite Teilspeicherraum 79 ist wie der Teilspeicherraum 61 von Figur 5 unmittelbar mit dem Pumpenzylinder 2 verbunden, während der erste Teilspeicherraum 78 mit dem weiterführenden Entlastungskanal 36a'' verbunden ist. Der erste Teilspeicherraum 78 wird von dem äußersten Teil 80 der Kegelmantelfläche 76 in Achsrichtung des Pumpenkolbens begrenzt. Diese Fläche 80 dient als Druckschulter, über die bei Druckerhöhung im Federraum 28 oder Druckraum 44 der Kolben 40'' aus seiner Ruhelage am Steg 77 ausgelenkt werden kann. Dies erfolgt insbesondere dann, wenn das Kraftstoffeinspritzventil öffnet bzw. das Ventilschließglied 21 in Offenstellung gebracht wird. Der dabei verdrängte Kraftstoff wird im Speicherraum 38'' gespeichert und kann mit dem Absteuerstoß kompensiert werden. Somit geht kein Kraftstoff über Leckleitungen, die insbesondere zur Vermeidung von überhöhtem Druck im Federraum 28 bzw. Raum 44 bei den anderen Ausführungsbeispielen nötig waren, der exakten Brennkraftstoffzumessung verloren.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 7 ist weiterhin ein Druckventilschließglied 21' in abgewandelter Form vorgesehen, das in seiner Anordnung dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 bzw. Figur 1 entspricht, das aber mit einem Zapfen 81 in das Einspritzleitungsteilstück 82 zwischen Raum 18 und Pumpenarbeitsraum taucht, wenn das Druckventilschließglied 21 in Schließstellung geht. Der an der Rückseite des Ventilschließgliedes 21' eingeschlossene Raum 44 ist wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 3 mit dem Federraum 28 verbunden und über diesen mit dem Speicherraum 38'. Sobald der wirksame Förderhub des Pumpenkolbens 3 beginnt, wird zunächst das Druckventilschließglied 21 gegen die Kraft der Ventilschließfeder 22 ausgelenkt, so lange bis der Zapfen 81 ganz aus dem Einspritzleitungsteilstück 82 austaucht und die Verbindung zwischen Pumpenarbeitsraum 6 und Raum 18 herstellt. Erst dann kann sich der Hochdruck ungedrosselt über die weiterführende Einspritzleitung 16 zum Einspritzventil hin ausbreiten. Während des Öffnungsvorgangs des Druckventilschließgliedes 21' wird auf diese

Weise die Einspritzleitung 16 bzw. das Volumen zwischen Druckventilschließglied und Ventilinadel 55 etwas entlastet und muß durch den vom Pumpenkolben verdrängten Kraftstoff zunächst erst aufgefüllt werden. Zugleich macht das Druckventilschließglied 21' seine Ausweichbewegung weiter bis es an den von Figur 1 bereits bekannten Anschlag 49 gelangt. Dies führt weiterhin zu einem verzögerten Druckanstieg im System am Spritzbeginn. Man kann auf diese Art und Weise noch differenzierter den Einspritzverlauf bei Spritzbeginn verflachen im Sinne einer anfänglichen niedrigen Einspritzrate. Damit läßt sich vorteilhaft ein leiser Verbrennungsablauf erzielen. Das Vorspannen des Volumens hinter dem Ventilschließglied 21' bzw. des Federraumes 28 erzeugt bei Beginn der Einspritzung ein Abheben des Speicherkolbens 44" von seinem Sitz am Steg 77, so daß bei Beginn des Absteuerstoßes bereits eine durchgehende Verbindung zum Federraum 28 bzw. Raum 44 besteht. Durch diese Ausgestaltung wird ein sehr schneller Druckaufbau in diesen beiden Räumen erzielt und damit ein sehr schnelles Beenden des Einspritzvorganges. Das Trägheitsverhalten des Speicherkolbens 40" behindert dabei nicht die Wirksamkeit des Absteuerstoßes.

Das Ausführungsbeispiel nach Figuren 8 und 9 arbeitet mit einer Pumpedüse, bei der die Steuerung der pro Pumpenkolbenhub einzuspritzenden Kraftstoffmenge mit Hilfe eines Magnetventils erfolgt, das anders als bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen ein Ventilschließglied aufweist, das während des gesamten Pumpenkolbenförderhubs auf der einen Seite vom Pumpenförderdruck beaufschlagt ist. Bei dieser Art von Kraftstoffeinspritzvorrichtungen bedarf es des in den vorgenannten Beispielen beschriebenen Speicherraumes 38 nicht, da die Phase des Geschlossenseins dieses Ventils allein die Kraftstoffeinspritzmenge und den Spritzzeitpunkt bestimmt. Diese Einrichtung arbeitet jedoch vorteilhaft ebenfalls mit einem Druckventilschließglied 21" wie bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen zusammen und es wird ebenfalls der Absteuerstoß dazu ausgenutzt, eine zusätzliche Kraft auf das Ventilschließglied des Einspritzventils und/oder das Druckventilschließglied zu erzeugen.

In Figur 8 ist ein Teil einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung im Schnitt dargestellt. Diese baut hierbei ebenfalls auf einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung auf, wie sie zum Beispiel in den Figuren 1, 4 und 8 wiedergegeben sind. Es handelt sich auch hier um eine sogenannte Pumpedüse. Grundsätzlich ließe sich jedoch die anhand dieser beispielhaften Pumpe ausgeführte Ausgestaltung auch bei anderen Kraftstoffeinspritzpumpen verwirklichen. Bei der Ausgestaltung einer Pumpedüse ergeben sich jedoch die auch bereits bei den obenstehenden

Ausführungsbeispielen genannten Vorteile einer kurzen Einspritzzeit mit hohem Einspritzdruck bei Vermeidung schädlicher Leitungseinflüsse zwischen Kraftstoffeinspritzpumpe und Kraftstoffeinspritzventil. Von der Pumpedüse ist bei der Ausgestaltung bei Figur 8 lediglich der Pumpenkolben 103 gezeigt, der durch bereits im vorigen Beispiel erwähnte Mittel angetrieben wird und in dem Pumpengehäuse 101 in einem Pumpenzylinder 102 gleitet und dort den Pumpenarbeitsraum 106 einschließt. Wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 schließt sich an das Pumpengehäuse 101 ein Zwischenstück 108 an, in dem das Druckventilschließglied 121 in gleicher Ausgestaltung in dem Führungszylinder 120 angeordnet ist. Das Druckventilschließglied 121 weist eine mit einem kegelförmigen Ventilsitz 117 zusammenarbeitende Dichtfläche auf und hat eine Druckschulter 123, die dem Druck in dem sich an dem Ventilsitz 117 anschließenden Raum 118 ausgesetzt ist und bei Druckbeaufschlagung das Druckventilschließglied entgegen seiner Ventilsfeder 122 bis zu einem Anschlag 149 am Ende des Führungszylinders verschiebt. In dem Zwischenstück 108 verläuft ferner ein Entlastungs- und Füllkanal 136, dessen Verbindung zum Pumpenarbeitsraum 106 über ein Magnetventil oder elektrisch steuerbares Ventil 84 gesteuert wird. Das elektrisch steuerbare Ventil wird von einer elektrischen Steuereinrichtung 85 in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine angesteuert. In dem Zwischenstück 108 teilt sich der Entlastungs- und Füllkanal 136 auf in einen ersten weiterführenden Teilkanal 136a und einen zweiten Teilkanal 86, der am anschlagseitigen Ende des Führungszylinders 120 in diesen einmündet. An das Zwischenstück 108 schließt sich ein zweites Zwischenstück 87 an, an das das Gehäuse 109 des Kraftstoffeinspritzventils zur Anlage kommt und mit einer Mutter ähnlich der Mutter 11 bei Figur 1 zu einem dichtschießenden Verbund der Teile 87, 108 und 102 verschraubt wird. Im zweiten Zwischenstück führt der erste Teil 136a in einen Druckraum 169, wie er bereits in Figur 7 gezeigt ist und der von einem stempelförmigen Verlängerungsteil 170, der mit dem Ventilschließglied 155 des Kraftstoffeinspritzventils verbunden ist, eingeschlossen wird. Der den Verlängerungsteil 170 aufnehmende und auch die Einspritzventilschließfeder 127 enthaltende Ventilfe-derraum 128 hat eine Drosselverbindung 173 zum Druckraum 169, oder es hat der Druckraum 169 eine Drosselverbindung 88 zu einer Kraftstoffversorgungsleitung 89, die von einer Kraftstoffförderpumpe 90 aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 91 gespeist wird. Die Kraftstoffförderpumpe dient zusammen mit einem Drucksteuerventil 92 als Kraftstoffversorgungsquelle konstanten Drucks, aus der der Pumpenar-

beitsraum mit Kraftstoff versorgt werden kann und zu der die für die Einspritzung nicht benötigte Kraftstoffmenge hin abströmen kann. Die Kraftstoffversorgungsleitung 89 steht ferner mit dem vom Druckventilschließglied 121 in dem Führungszylinder 120 eingeschlossenen Raum 144 in Verbindung, der wiederum über den zweiten Teilkanal 86 mit dem Entlastungs- und Füllkanal 136 verbindbar ist. Während des Saughubs des Pumpenkolbens kann auf diese Weise bei geöffnetem elektrisch gesteuertem Ventil 84 der Pumpenarbeitsraum 106 über den Entlastungs- und Füllkanal 136 mit Kraftstoff gefüllt werden.

Der zweite Teilkanal 86 wird jedoch durch die Mantelfläche des Druckventilschließgliedes zusammen mit der anschlagseitigen Stirnkante 93 desselben gesteuert. In der gezeigten Ausgangsstellung, bei der sich das Druckventilschließglied in Anlage am Ventilsitz 117 befindet, hat diese Stirnkante dem zweiten Teilkanal 86 geöffnet. Dieser Zustand entspricht dem Saughub des Pumpenkolbens 103. Beim anschließenden Pumphub des Pumpenkolbens kann dieser Kraftstoff auf demselben Wege wieder zurück in die Kraftstoffversorgungsleitung 89 fördern, so lange das elektrisch gesteuerte Ventil 84 geöffnet ist. Im Zeitpunkt des Spritzbeginns - schließt das Ventil 84 den Entlastungskanal 136. Das Druckventilschließglied öffnet sich unter dem steigenden Druck im Pumpenarbeitsraum 106 und es kann der geförderte Kraftstoff über die Kraftstoffeinspritzleitung 116 zum Austritt am Kraftstoffeinspritzventil gelangen. Ist die gewollte Einspritzmenge erreicht, so öffnet das elektrisch gesteuerte Ventil 84 wieder den Entlastungskanal 136 und es strömt der restliche vom Pumpenkolben geförderte Kraftstoff unmittelbar in den Druckraum 169, da zu diesem Zeitpunkt zunächst noch das Druckventilschließglied 121 den zweiten Teilkanal 86 geschlossen und somit auch die Verbindung zur Kraftstoffversorgungsleitung 89 bzw. zum Entlastungsraum verschlossen hat. In dem Druckraum 169 kann sich in Unterstützung der Schließbewegung des Ventilschließgliedes des Kraftstoffeinspritzventils ein hoher Druck aufbauen. Mit der Drosselverbindung 88 bzw. 173 wird der Pumpenarbeitsraum nach Beendigung der Einspritzung entlastet. Das Druckventilschließglied wird von seiner Ventiltfeder nach oben auf den Ventilsitz 117 hin bewegt, wobei zugleich auch der zweite Teilkanal 86 öffnet. Dies bewirkt Entlastung des gesamten Systems von Druckraum 169, Raum 144 und Entlastungskanal 136 zur Niederdruckseite hin. Zur Vergrößerung des bei der Bewegung des Druckventilschließgliedes gesteuerten Querschnitts pro Hubeinheit, kann wie in Figur 10 gezeigt, der zweite Teilkanal 86 auch in eine in der Wand des

Führungszylinders 120 vorgesehene Ringnut 95 münden, die ebenfalls durch eine an der Mantelfläche des Druckventilschließgliedes vorgesehene Steuerkante gesteuert wird.

Auch mit dieser Ausgestaltung erhält man ein sehr schnelles Schließen des Kraftstoffeinspritzventils am Ende der Einspritzzeit, wobei das Ende der Einspritzzeit im wesentlichen durch den Aufbau des Druckes im Druckraum 169 bestimmt wird und nicht durch die Entlastung des Pumpenarbeitsraum mit anschließendem Schließen des Druckventilschließgliedes. Mit dem Durchmesser des stempelförmigen Verlängerungsteils 170 bzw. seines den Druckraum 169 abschließenden Teils 174 kann die auf das Kraftstoffeinspritzventilschließglied einwirkende Kraft bestimmt werden. Dabei muß auch der freie Querschnitt der Drosselverbindung 88 bzw. 173 mit berücksichtigt werden.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel erhält man also ein sehr schnelles Nadelschließen und profitiert von den Vorteilen des Druckventilschließgliedes, die zu den vorgenannten Ausführungsformen beschrieben wurden.

Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem Pumpenkolben (3), der in einem Pumpenzylinder (2) einen Pumpenarbeitsraum (6) einschließt, der mit einem Kraftstoffeinspritzventil (9) über eine insbesondere in einem den Pumpenzylinder (2) und das Kraftstoffeinspritzventil (9) enthaltenen Gehäuse (Pumpe) verlaufenden Kraftstoffeinspritzleitung (16) verbindbar ist, in der ein in Förderrichtung öffnendes Druckventil (19) angeordnet ist und mit einem Steuerventil - (35, 2, 36), durch das der Pumpenarbeitsraum (6) mit einem Entlastungskanal (36) wenigstens ab dem Ende des wirksamen Förderhubs des Pumpenkolbens verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Durchtrittsquerschnitt der Kraftstoffeinspritzleitung (16) von einem Ventilsitz (17) begrenzt ist, mit dem ein dicht in einem Führungszylinder (20) geführtes Druckventilschließglied (21) des Druckventils zusammenarbeitet, dessen die Dichtfläche tragendes Ende aus dem Führungszylinder in einen mit der Kraftstoffeinspritzleitung verbundenen Raum (18) taucht, dort eine Druckschulter (23) aufweist und dessen Rückseite von einer Ventiltfeder (22) belastet ist und mit einem den Hub des Druckventilschließgliedes begrenzenden Anschlag (49) zusammenarbeitet und daß der über den Entlastungskanal (36) abströmende Kraftstoff wenigstens mittelbar in den durch die Rückseite des Druckventilschließgliedes im Führungszylinder (20) eingeschlossenen Raum (44) gefördert wird (Fig. 1).

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Entlastungskanal (36) mit einem von einer Seite einer gegen eine Rückstellkraft verstellbaren Wand (40) begrenzten Speicherraum (38) verbindbar ist und ein auf der anderen Seite der verstellbaren Wand (40) begrenzter Raum (51) zumindest über eine Drosselverbindung (50, 67, 73) entlastbar ist (Fig. 1).

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem Pumpenkolben (3), der in einem Pumpenzylinder (2) einen Pumpenarbeitsraum (6) einschließt, der mit einem Kraftstoffeinspritzventil (9) über eine insbesondere in einem den Pumpenzylinder (2) und das Kraftstoffeinspritzventil (9) enthaltenen Gehäuse (Pumpe) verlaufenden Kraftstoffeinspritzleitung (16) verbindbar ist, in der ein in Förderrichtung öffnendes Druckventil (19) angeordnet ist und mit einem Steuerventil (35, 2, 36; 84), durch das der Pumpenarbeitsraum (6; 106) mit einem Entlastungskanal (36; 136) wenigstens ab dem Ende des wirksamen Förderhubs des Pumpenkolbens verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß der über den Entlastungskanal (36, 36a) abströmende Kraftstoff wenigstens mittelbar (Fig. 4) in einen Druckraum (28, 69, 169) gefördert wird, dessen Begrenzungswand teilweise eine mit der Ventilaufstecknadel (26, 55) der Kraftstoffeinspritzdüse verbundene, in Schließrichtung derselben wirkende Druckfläche bildet (Fig. 3, 4 und 8).

4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Durchtrittsquerschnitt der Kraftstoffeinspritzleitung (16) von einem Ventilsitz (17) begrenzt ist, mit dem ein dicht in einem Führungszylinder (20) geführtes Druckventilschließglied (21) des Druckventils (19) zusammenarbeitet, dessen die Dichtfläche tragendes Ende aus dem Führungszylinder in einen mit der Kraftstoffeinspritzleitung (16) verbundenen Raum (18) taucht, dort eine Druckschulter (23) aufweist und dessen Rückseite von einer Ventilschließfeder (22) belastet ist und mit einem den Hub des Druckventilschließgliedes begrenzenden Anschlag (49) zusammenarbeitet und daß der Druckraum (28) mit dem durch die Rückseite des Druckventilschließgliedes (21) im Führungszylinder (20) eingeschlossenen Raum (44) verbunden ist (Fig. 3 und 8).

5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Verbindung zwischen der Entlastungsleitung (36) und dem Druckraum (28) und/oder dem im Führungszylinder eingeschlossenen Raum (44) eine Drossel (54, 58) angeordnet ist (Fig. 3).

6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1 und 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Entlastungskanal vom Pumpenarbeitsraum (6) zu einem von einer Seite einer gegen eine

Rückstellkraft verstellbaren Wand (40) begrenzten Speicherraum (38) führt und durch die sich unter Kraftstoffdruck verstellende Wand (40) der über den Entlastungskanal abströmende Kraftstoff in den Druckraum (28) und/oder den Raum (44) förderbar ist (Fig. 4 -6 und 8).

7. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil der von der Rückstellkraft beaufschlagten Rückseite der beweglichen Wand (40') einen Arbeitsraum (68) einschließt, von dem zur mittelbaren Förderung der über den Entlastungskanal (36) abströmenden Kraftstoffmenge eine Verbindungsleitung (36a") zum Druckraum (28, 69) und/oder Raum (44) führt (Fig. 6).

8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bewegliche Wand als in einem geschlossenen Zylinder (39) gegen eine Rückstellfeder (42) verschiebbarer Speicherkolben (40) ausgebildet ist.

9. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicherkolben (40) auf seiner zum Speicherraum (38') weisenden Fläche eine Dichtfläche (76) aufweist, die mit einem Ventilsitz (77) zusammenwirkt, und die den Speicherraum (38') bei Anlage auf dem Ventilsitz in einen ersten mit dem Druckraum (28, 69) und/oder dem Raum (44) verbundenen Teilspeicherraum (60) und einen zweiten über den Entlastungskanal (36) mit dem Pumpenzylinder (2) verbundenen zweiten Teilspeicherraum (61) teilt (Fig. 7).

10. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß beide Teilspeicherräume (78, 79) je von einem Teil der stirnseitigen Fläche des Kolbens begrenzt sind (Fig. 7).

11. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnseite (75) des Speicherkolbens (40") kegelförmig ausgebildet ist und dessen Kegelmantelfläche als Dichtfläche mit einem ringförmigen, in den Speicherraum (38") ragenden Steg (77) als Ventilsitz zusammenarbeitet (Fig. 7).

12. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Steg (77) durch einen Einsatz in dem den Speicherkolben (40") aufnehmenden Zylinder (39) ausgebildet ist (Fig. 7).

13. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Speicherkolben (40') ein Kolben (64) kleineren Durchmessers bewegbar ist, durch den der Arbeitsraum (68) in einem Arbeitszylinder (65) eingeschlossen wird, der zur mittelbaren Förderung der über den Entlastungskanal (36) abströmenden Kraftstoffmenge über eine weiterführende Drucklei-

tung (36a") mit dem Druckraum (28, 69) und/oder dem Raum (44) verbunden ist und über eine Drossel (67, 73) entlastbar ist (Fig. 5 und 6).

14. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 und 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum durch den eine als Druckfeder ausgebildete Einspritzventilschließfeder (27) aufnehmenden Federraum (28) gebildet ist (Fig. 4 und 7).

15. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 und 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (69) von einem von dem Ventilschließglied des Kraftstoffeinspritzventils ventildfederseitig betätigten Stempel (70) in einem von diesem begrenzten Zylinder (71) eingeschlossen wird (Fig. 6 und 8).

16. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (69) über eine Entlastungsdrossel (73, 67) entlastbar ist (Fig. 5 und 6).

17. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Entlastungsdrossel zwischen der zylindrischen Mantelfläche des Stempels (74) und der Wand des Zylinders (71) gebildet ist und in den entlasteten Federraum (28') des Kraftstoffeinspritzventils mündet.

18. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Durchtrittsquerschnitt der Kraftstoffeinspritzleitung - (116) von einem Ventilsitz (117) begrenzt ist, mit dem ein dicht in einem Führungszylinder (120) geführtes Druckventilschließglied (121) zusammenarbeitet, dessen die Dichtfläche tragendes Ende aus dem Führungszylinder (120) in einem mit der Einspritzleitung (116) verbundenen Raum (118) taucht, dort eine Druckschulter (123) aufweist und dessen Rückseite von einer Ventildfeder (122) belastet ist und mit einem den Hub des Druckventilschließgliedes (121) begrenzenden Anschlag (149) zusammenarbeitet, daß der Entlastungskanal (136) als Füll- und Entlastungskanal mit einer Versorgungsquelle (90) verbunden ist, die beim Saughub des Pumpenkolbens und während der von dem Ventil (84) gesteuerten Entlastungsphase während des Förderhubs des Pumpenkolbens über den Entlastungskanal (136) und das Ventil (84) mit dem Pumpenarbeitsraum verbunden ist, daß weiterhin der Entlastungskanal (136) in einem Zwischenbereich in zwei getrennte Entlastungskanäle

aufgeteilt ist, wovon der erste Teilkanal (136a) über den Druckraum (169) und eine diesen in Entlastungsstromrichtung nachgeschalteten Drossel - (88) führt und der zweite Teilkanal (86) über den Führungszylinder (120) führt, wobei der Eintritt des zweiten Teilkanals in den Führungszylinder durch das Ventilschließglied gesteuert ist, das bei Aufsteuerung der Kraftstoffeinspritzleitung (116) den Durchtritt des zweiten Teilkanals (86) sperrt (Fig. 8).

19. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckventilschließglied (121) als topfförmiger Kolben ausgebildet ist, in dessen Innerem die Ventildfeder (122) angeordnet ist, daß der zweite Teilkanal (86) in den anschlagseitigen Teil des Führungszylinders (120) in dessen radialer Wand mündet und durch eine Steuerkante (96) an der zylindrischen Wand des topfenförmigen Kolbens bei dessen Anlage am Anschlag (149) verschlossen ist.

20. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teilkanal in eine Ringnut (95) in der Wand des Führungszylinders (120) mündet.

21. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (169) von einem von dem Ventilschließglied (155) des Kraftstoffeinspritzventils ventildfederseitig betätigten Stempel (170) in einem von diesem begrenzten Zylinder (171) eingeschlossen wird.

22. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckschulter (123) des Druckventilschließgliedes (121) vom Druck in der Kraftstoffeinspritzleitung (116) zwischen Einspritzventil und dem Druckventilschließglied beaufschlagt ist.

23. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß sich an die Druckschulter (123) ein zylindrischer Zapfen (81) anschließt, der in die zum Pumpenarbeitsraum (6) führende Einspritzleitung (16) in Schließstellung des Druckventilschließgliedes (21') eintaucht (Fig. 9).

24. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum über einen gedrosselten Querschnitt entlastbar ist.

FIG. 1

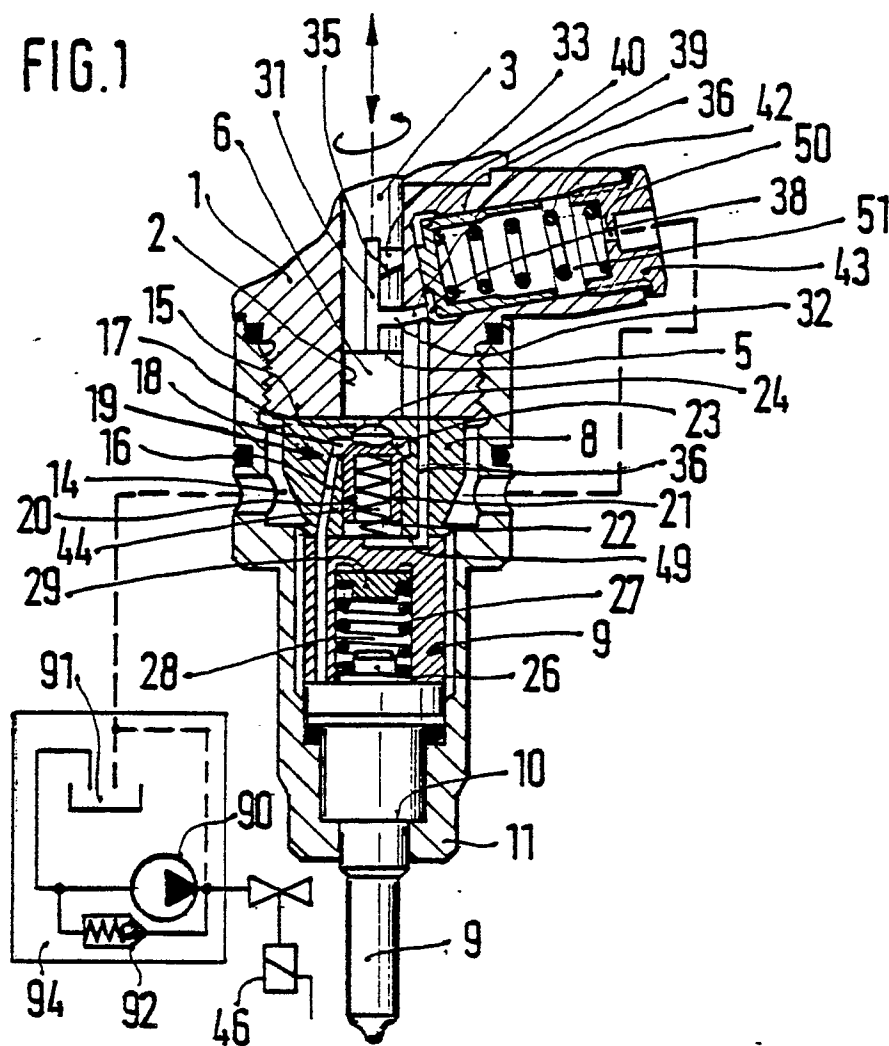
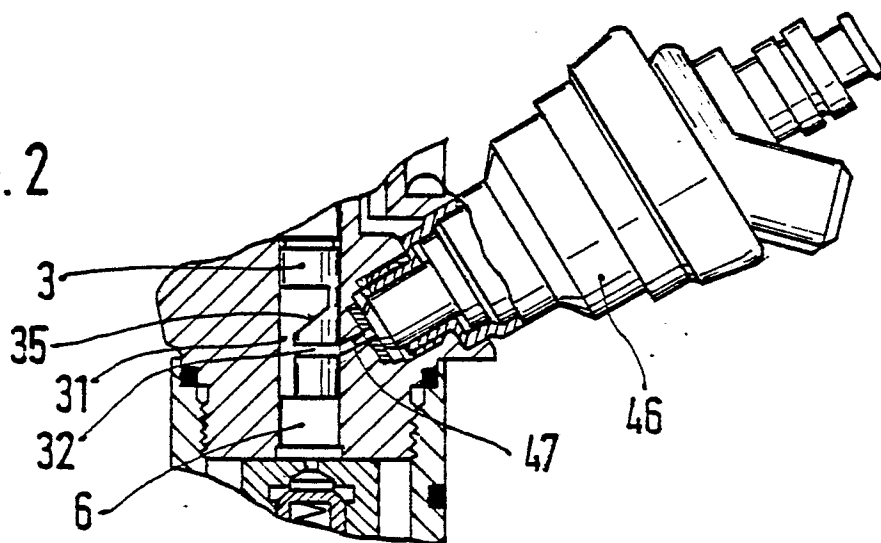
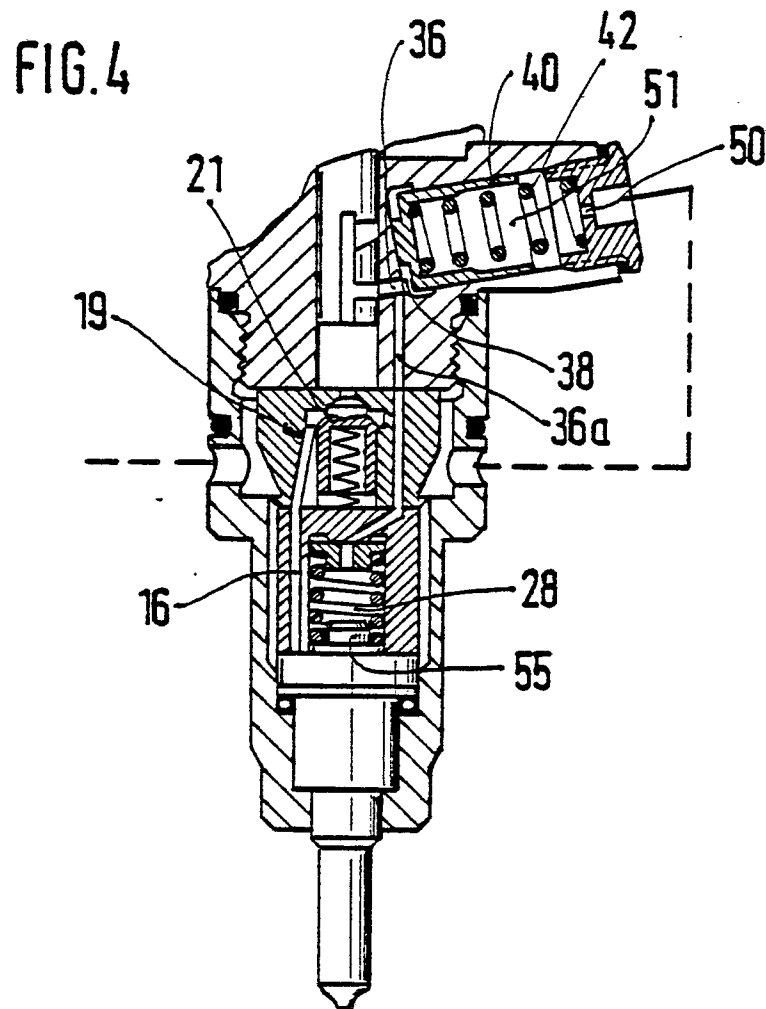
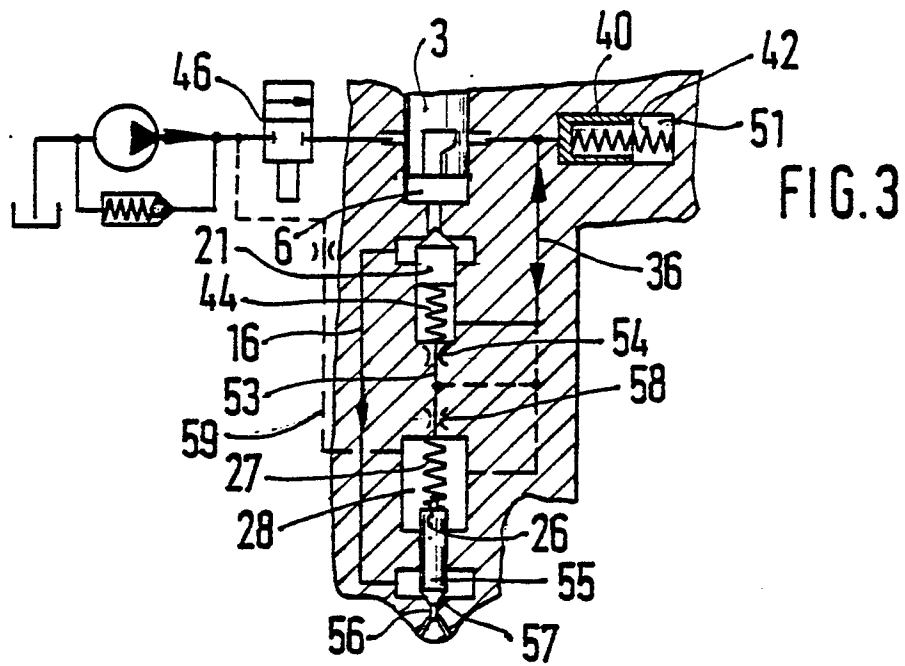


FIG. 2





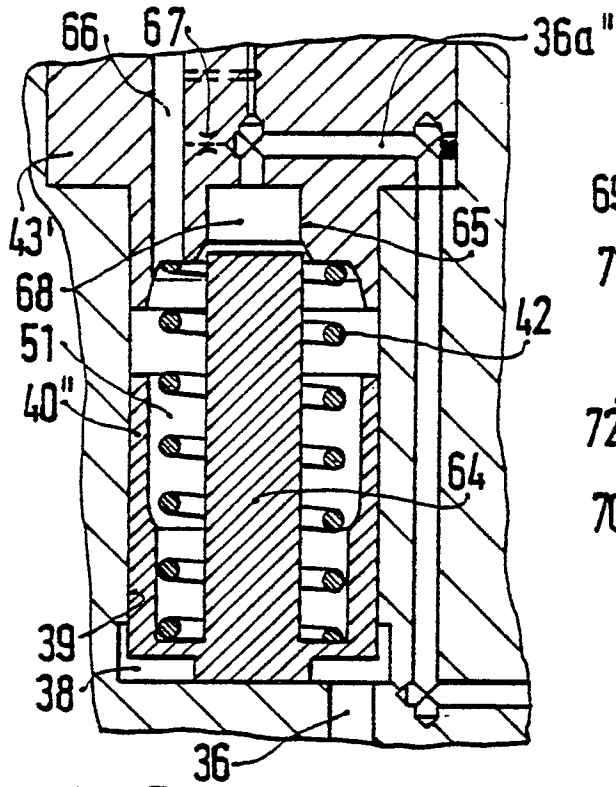


Fig.5

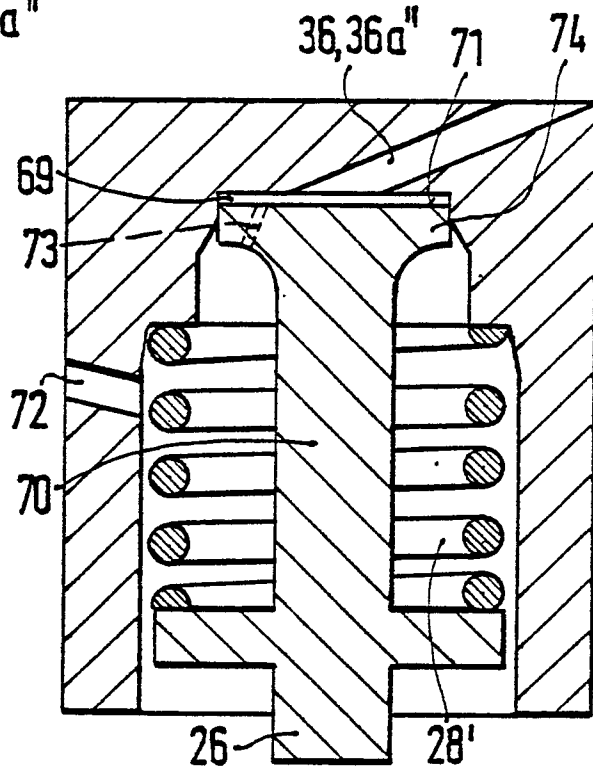


FIG.6

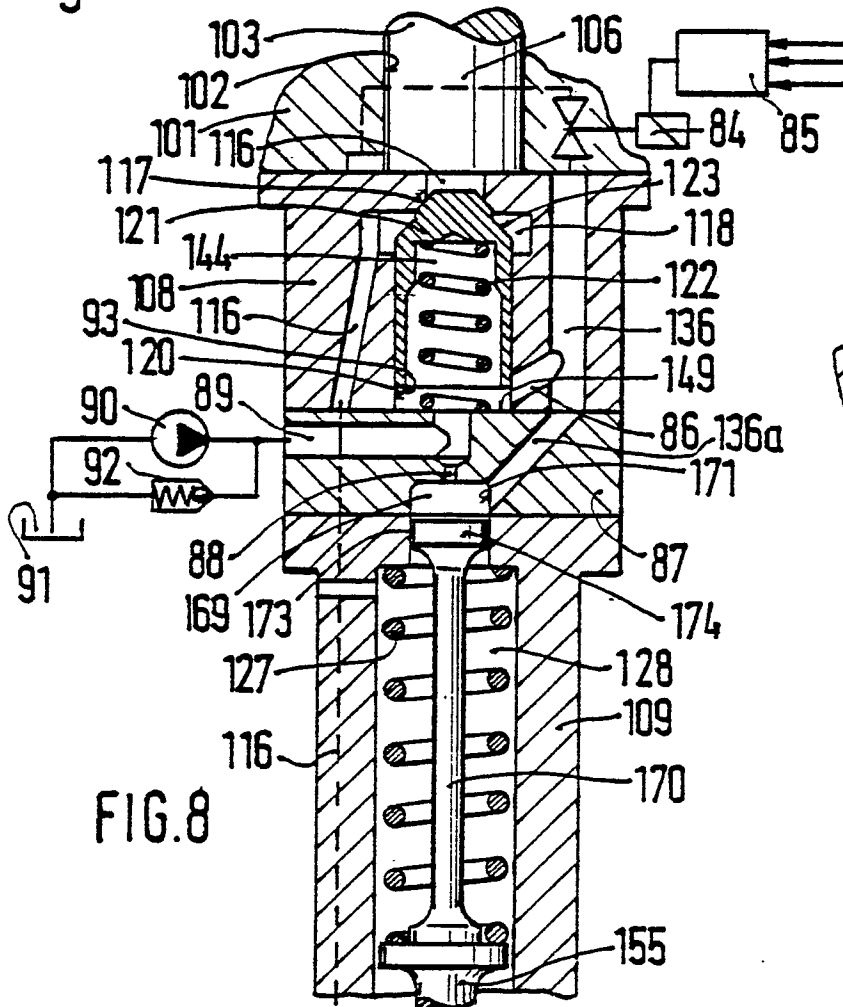


FIG.8

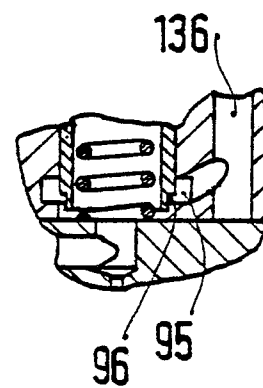


FIG.9

FIG. 7

